

PAT-NO: JP405064474A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05064474 A  
TITLE: BRAKE SYSTEM FOR AC MOTOR  
PUBN-DATE: March 12, 1993

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
MIYAMA, YOSHIO	
TAKANI, GINICHI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KK INTERNATL KARUCHIYAA	N/A

APPL-NO: JP03036060  
APPL-DATE: March 1, 1991

INT-CL (IPC): H02P003/24

US-CL-CURRENT: 318/362

**ABSTRACT:**

PURPOSE: To reduce heating value by applying a DC voltage, lowering with time, on the winding of an AC motor isolated from an AC power supply.

CONSTITUTION: AC voltage of a commercial power supply is stepped down through a step-down transformer 9 and rectified through a rectifier 11. The rectified output is then passed through capacitors 17, 15 to produce a smoothed DC voltage. At the same time, the capacitor 15 is charged through a resistor 13. The charging operation sustains during brake interval as well as the rotational interval of a motor 7 but since the charging rate is limited by the resistor 13, total voltage across the capacitor 15 drops with time when a monostable multivibrator 19 is producing an output and thereby the motor 7 current decreases with time. In such a manner, rotation of the motor 7 can be controlled quickly by feeding a DC current to the winding of the motor 7. According to the invention, heating value can be reduced at the time of braking the motor 7.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-64474

(43)公開日 平成 5 年(1993) 3 月12日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 2 P 3/24

識別記号

庁内整理番号

A 8209-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-36060

(22)出願日 平成 3 年(1991) 3 月 1 日

(71)出願人 591001178

株式会社インターナショナルカルチャー  
東京都八王子市明神町 2 丁目 9 番22号

(72)発明者 深山 美男

東京都八王子市明神町 2 丁目 9 番22号 株  
式会社インターナショナルカルチャー内

(72)発明者 高荷 銀一

東京都八王子市明神町 2 丁目 9 番22号 株  
式会社インターナショナルカルチャー内

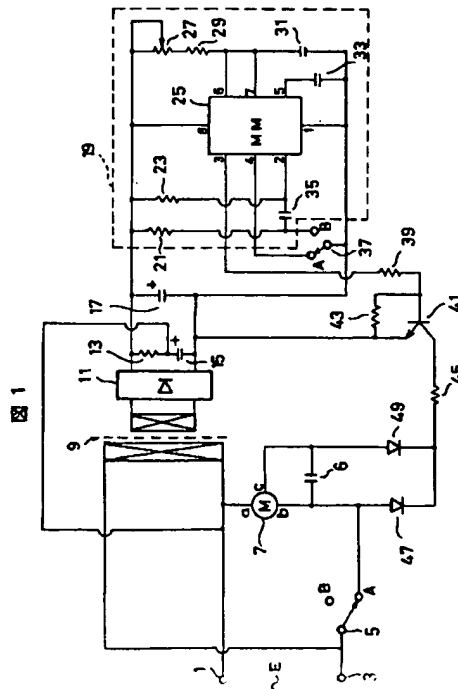
(74)代理人 弁理士 富田 和子 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 交流モータの制動装置

(57)【要約】

【構成】交流モータを強制的に制動する交流モータの制動装置において、交流モータ7の制動時に交流モータを交流電源Eから切り離す第1のスイッチ手段5と、交流電源Eから切り離された交流モータ7の少なくとも1個の巻線に対して時間と共に低下する直流電圧を印加する手段15、41、47、49とを備えた。

【効果】モータの制動性能を低下させることなく、モータ制動に伴う発熱を低減することができる。ひいては、急停止の繰返しに耐えるモータの制動を行なうことが可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】交流モータを強制的に制動する交流モータの制動装置において、

交流モータの制動時に交流モータを交流電源から切り離す第1のスイッチ手段と、

前記交流電源から切り離された交流モータの少なくとも1個の巻線に対して時間と共に低下する直流電圧を印加する手段と、

を備えたことを特徴とする交流モータの制動装置。

【請求項2】前記時間と共に低下する直流電圧は、前記交流電源電圧を降圧整流した電圧で充電したコンデンサの放電動作によって得ることを特徴とする請求項1記載の交流モータの制動装置。

【請求項3】前記交流モータの少なくとも1個の巻線に対する直流電圧の印加を、予め定めた時間の経過後に停止する手段とさらに備えたことを特徴とする請求項1または2記載の交流モータの制動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、誘導モータ、同期モータ等、交流電源により駆動される交流モータに関し、特にその制動装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】単相あるいは3相等の交流電源で動作する誘導モータ、同期モータ等の交流モータは、その回転子および負荷の慣性のため、電源を切り離しても直ちに回転は停止しない。作業能率の向上等のためには、外部から強制的に制動することが必要とされる場合がある。

【0003】そのための従来の方式としては、例えば、ジャパンマシニスト社発行、「工作機械の電気②」第35～36頁に記載されているように、機械的な接触摩擦により制動する機械的方式、固定子巻線を電源から切り離し、これに直流電流を流して制動する電気的方式等が知られている。

【0004】図2に、上記電気的方式を採用した従来の制動装置の構成を示す。単相誘導モータ7の端子aおよびbには、回転時にはスイッチ5の接点Aを介して電源端子1、3から商用交流電源Eが印加される。モータ7の端子bと端子cとの間にはコンデンサ6が接続され、位相のずれた駆動電圧を端子bに印加している。この構成により、モータ7の回転子が回転する。一方、交流電圧はダイオード61、抵抗63およびコンデンサ51で整流・平滑され、ツエナー53で定電圧化されている。この定電圧は、単安定マルチバイブレータ回路（以下、MMという）19の動作に利用される。

【0005】スイッチ5と連動するスイッチ37の出力がMM19に入力されている。モータ7を強制的に停止させるときには、スイッチ5を接点B側に切り換える。これにより、スイッチ5と連動するスイッチ37が接点A側からB端子側に切り換わる。その結果、図4に示す

ように、MM19は、その時点から予め定められた時間幅T<sub>0</sub>のパルスを出力する。MM19の出力は、直列接続された抵抗67および73に供給され、両抵抗の接続点電位が上昇する。この電位はサイリスタ71のゲート（G）に接続されているので、サイリスタ71が導通する。これによって、電源端子1から、モータ7の端子a、端子b、ダイオード47、抵抗65、サイリスタ71、電源端子3という導通経路が形成される。同様に、電源端子1から、モータ7の端子a、端子c、ダイオード49、抵抗65、サイリスタ71、電源端子3という導通経路が形成される。モータ制動開始時点からモータ7の端子a-c間に流れるモータ電流は、図4に示すように、交流電源電圧がダイオード49により半波整流されたものとなる。端子a-b間のモータ電流も同様である。このように、モータ7の制動時、固定子により生成される磁界は交流電源による回転磁界から整流された脈流による静止磁界となり、モータの回転が磁気ロックされて停止する。なお、端子a-c間および端子a-b間の両方に電流を流しているのは制動力を増強するためであって、一方のみでも制動の作用はある。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の技術によれば、モータを急停止させることができるが、モータ電流波形が交流電源を半波整流した脈流であることから波高値が大きく実効値が小さいため、静止磁界を発生させる効率が悪いという問題があった。このため、抵抗45を削除して直接モータ7に脈流を印加することが行なわれている。しかし、このような手法は、モータの発熱が大きくなり、自動販売機、工作機械等のように、急停止を繰り返すような用途には適さない。抵抗45を付加すれば、この抵抗の発熱が大きくなると同時に急停止性能が低下するという問題が生じる。

【0007】なお、全波整流することも考えられるが、実効値が改善されるが、交流電源を直接整流しているために、やはり制動時のモータおよび制動装置の発熱量が大きいという問題が残る。

【0008】本発明の目的は、モータの制動性能を低下させることなく、モータ制動に伴う発熱量を低減することができる交流モータの制動装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明による交流モータの制動装置は、交流モータを強制的に制動する制動装置において、交流モータの制動時に交流モータを交流電源から切り離す第1のスイッチ手段と、前記交流電源から切り離された交流モータの少なくとも1個の巻線に対して時間と共に低下する直流電圧を印加する手段とを備えたものである。

【0010】前記時間と共に低下する直流電圧は、例えば、前記交流電源電圧を降圧整流した電圧で充電したコ

3

ンデンサの放電動作によって得ることができる。

【0011】前記交流モータの少なくとも1個の巻線に対する直流電圧の印加を、予め定めた時間の経過後に停止する手段をさらに設けてもよい。

【0012】

【作用】一般に、モータの制動には、制動初期に多大なエネルギーを要し、その後、徐々に必要なエネルギーは減少していくと考えられる。本発明者は、この点に着目し、制動時に、時間と共に低下する電圧を生成し、この電圧を交流モータの巻線に与えることによりモータの制動を行なうことに想到した。これによって、制動性能を損なうことなく、モータ制動に伴う発熱を最小限に抑えることが可能になった。なお、制動には半波整流電圧でなく直流電圧を用いるので、波高値は交流電源電圧ほど高い必要はなく、むしろ、消費電力を考慮して、直流電圧は交流電源電圧を降圧整流して得ることが望ましい。この降圧整流された直流電圧でコンデンサを充電し、この充電電荷を制動時にモータ巻線へ放電することにより、時間と共に低下する電圧でモータ巻線を駆動することができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例について、詳細に説明する。

【0014】図1に本発明の一実施例に係る制動装置の構成例を示す。同図において、図2に示した構成要素と同一の要素には同一の番号を付してある。本実施例では、降圧トランス9、制動時放電用コンデンサ15、および放電用スイッチとしてのNPNトランジスタ41を設けた点にある。降圧トランス9を設けたことに伴い、ツェナ53は削除されている。

【0015】本実施例では、商用電源の交流を直接整流するのではなく、一旦、降圧トランス9で降圧して整流器11で整流している。この整流出力はコンデンサ17および15で脈流の少ない直流電圧にされる。同時に、抵抗13を介してコンデンサ15に充電される。この動作は、モータの回転期間のみならず制動期間にも継続される。単安定マルチバイブレータ(MM)19の機能は、図2に示したものと同一であるが、図1にはその一例を示している。すなわち、MM19は、MM用IC25(例えばNE555)、抵抗21、23、27、29、およびコンデンサ31、33、35からなる。抵抗27、29およびコンデンサ31は、その時定数によって、出力パルスの時間幅を決定するためのものである。抵抗23およびコンデンサ35は微分回路を構成し、スイッチ37が接点B側に切り替わったとき、負のパルスをIC25のトリガ入力(2番端子)に与えるためのものである。MM19の出力パルスは、3番端子から出力され、抵抗39を介してトランジスタ41のベースに印加される。トランジスタ41のベース・エミッタ間にはバイアス抵抗43が接続され、エミッタは整流器11の

4

負側出力端子に接続される。コレクタは抵抗45を介してダイオード47および49の両カソードに接続される。

【0016】スイッチ5が接点A側にある間、モータ7は回転動作を継続する。この間、コンデンサ15には所定の電荷が蓄積されている。

【0017】モータ7を制動(停止を含む)するときには、図2の場合と同様、スイッチ5をB端子側に切り換える。これにより、スイッチ5と連動するスイッチ37がA端子側からB端子側に切り換わる。その結果、IC25の2番端子に負のパルスが入力され、IC25は、抵抗27、29およびコンデンサ31の時定数によって定まる時間幅の正パルスを出力する。このパルスの時間幅は、可変抵抗27を調整することにより、モータの種類、慣性負荷の大きさ等に合わせて変更することができる。

【0018】IC25のパルスの出力期間中、トランジスタ41がオンし、コンデンサ15の正側からモータ7の端子a、端子b、ダイオード47、抵抗45およびトランジスタ41という導通経路が形成される。同様に、コンデンサ15の正側からモータ7の端子a、端子c、ダイオード49、抵抗45およびトランジスタ41という導通経路が形成される。両経路が閉成されることにより、コンデンサ15に蓄積されていた電荷が放電される。コンデンサ15への充電はこの間も継続されるが、充電速度は抵抗13により制限されるので、全体としてコンデンサ15の両端電圧Vcは、図3に示すようにMM出力期間中、時間と共に低下する。これに伴って、モータ電流も時間と共に低下する。

【0019】このようにして、モータ7の巻線に直流電流を流すことにより、モータ7の回転を急速に制動することができる。制動期間中のモータ電流は半波整流波形ではないので、制動効率は向上する。モータの巻線に直流電流を流すための電圧としては、従来のように交流電源を整流したものではなく、降圧した電圧を用いるので、消費電力の低減(すなわち発熱量の低減)を図ることができる。モータの制動に必要なとされる力は制動開始から徐々に小さくなるので、モータ7に流す直流電流も一定である必要はない。そこで、コンデンサの放電を利用してモータ電流を時間と共に低下させるようにしている。モータ電流の初期値は、モータのほぼ定格値程度であれば足りる。このことから、本実施例によれば、余分な発熱がほとんど発生しない。

【0020】次に、図5に本発明による交流モータの制動装置の他の実施例の構成を示す。

【0021】本実施例は、図1の実施例と同じ原理によりモータの制動を行なうが、制動時の「時間と共に低下する直流電圧」の生成に関する回路部分に変更されている。すなわち、コンデンサ15の代わりにコンデンサ88を設け、このコンデンサ88の充電のための手段とし

6

形・変更を行なうことは可能である。例えば、上記実施例では単相のモータについて説明したが、本発明は3相のモータにも同様に適用できる。制動のための直流電流は、制動の余力があれば、モータの巻線のすべてに流す必要はない。スイッチ5および37は機械的スイッチのように図示したが、機械的スイッチに限らず、電子的、電磁的に駆動されるスイッチであってもよい。

【００２４】  
【発明の効果】本発明による交流モータの制動装置によれば、モータの制動性能を低下させることなく、モータ制動に伴う発熱を低減することができる。ひいては、急停止の繰返しに耐えるモータの制動を行なうことが可能になる。

【図1】本発明の実施例の構成を示す回路ブロック図。

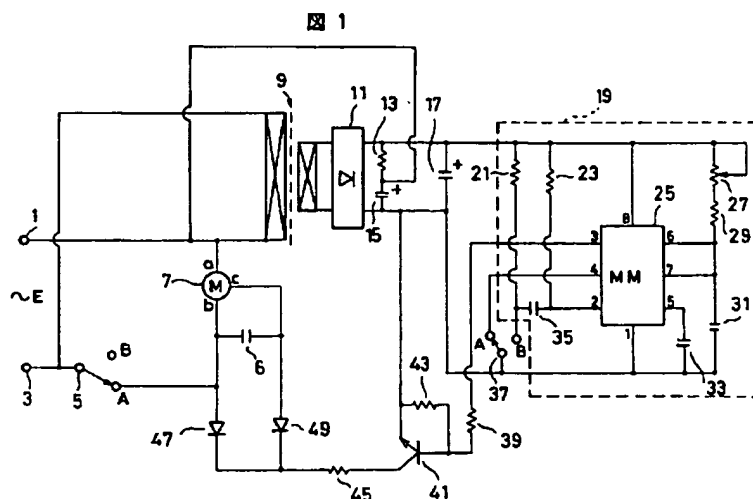
【図3】図1の実施例の動作を説明するための波形図。

☒.

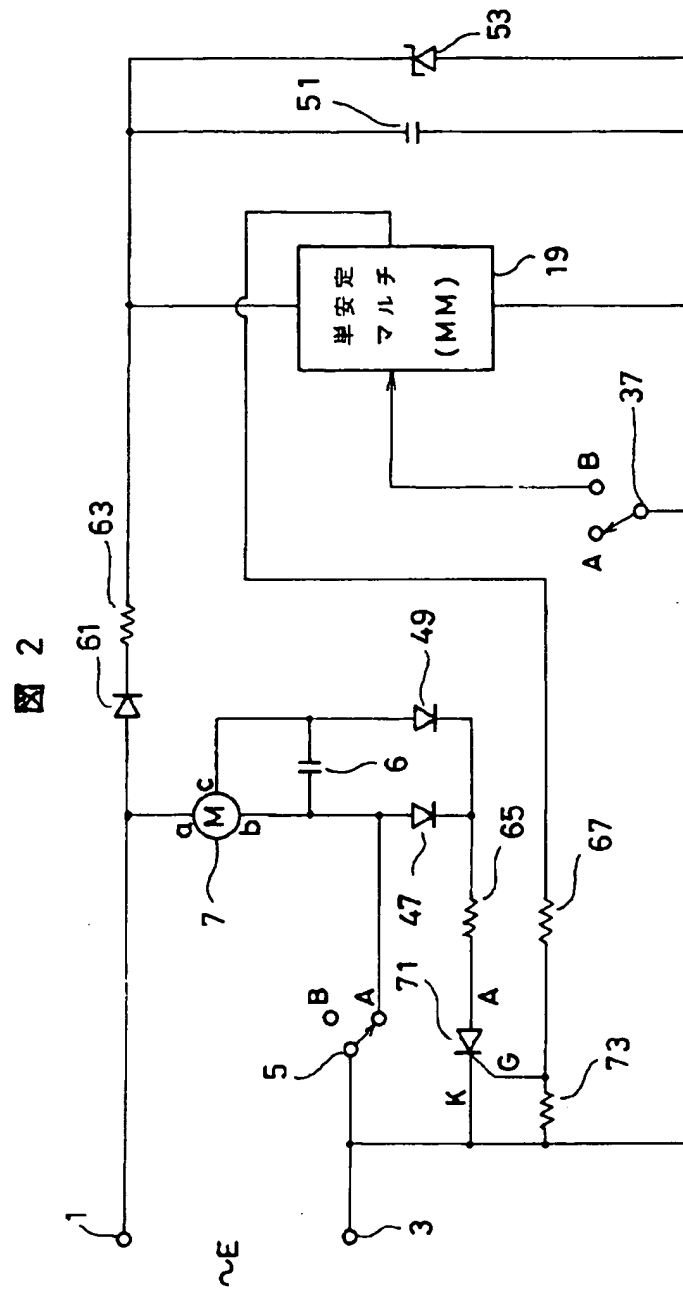
【符号の説明】

5, 37…スイッチ、7…誘導モータ、9…降圧トランス、11…整流器、15, 17, 88…コンデンサ、19…単安定マルチバイブレータ(MM)、25…MM用IC、41, 83, 87…トランジスタ、47, 49…ダイオード。

【図1】

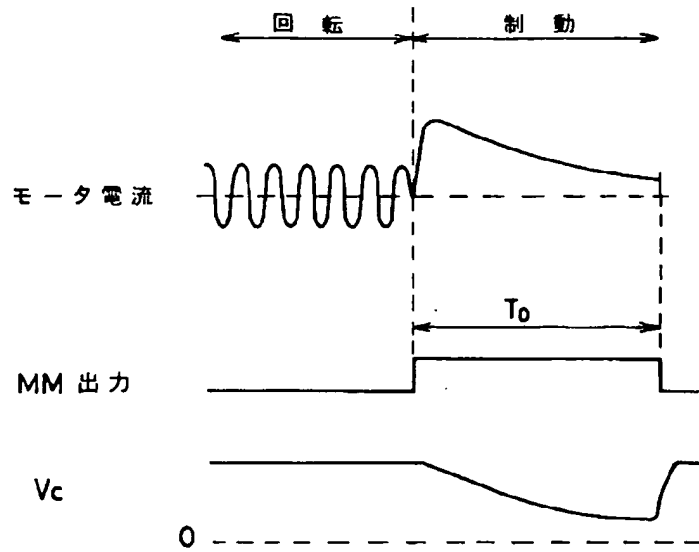


【図2】



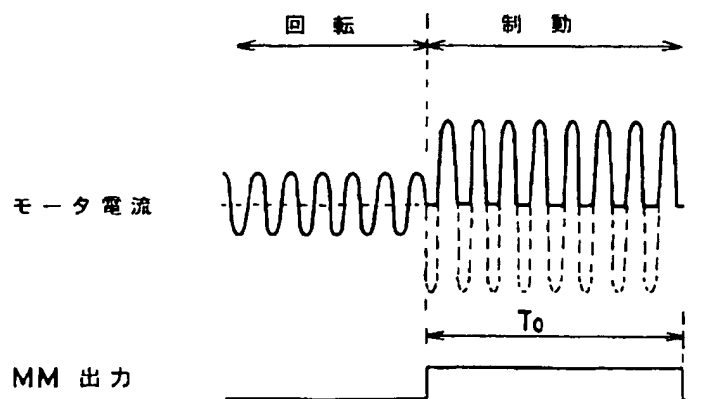
【図3】

図 3



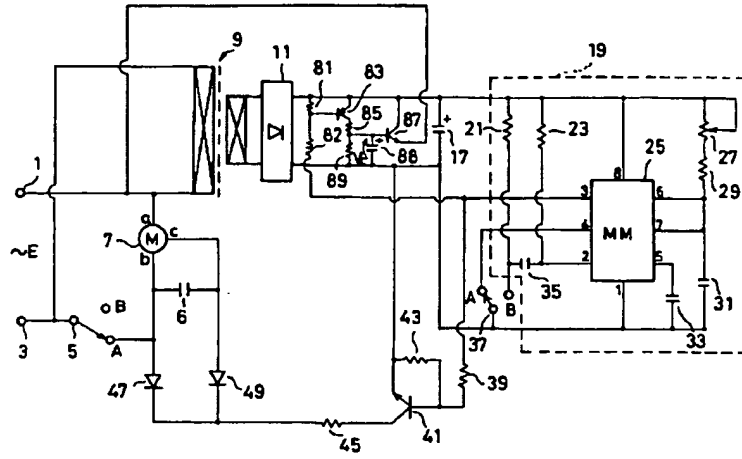
【図4】

図 4



【図5】

図 5





PAT-NO: JP405064474A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05064474 A  
TITLE: BRAKE SYSTEM FOR AC MOTOR  
PUBN-DATE: March 12, 1993

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
MIYAMA, YOSHIO	
TAKANI, GINICHI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KK INTERNATL KARUCHIYAA	N/A

APPL-NO: JP03036060  
APPL-DATE: March 1, 1991

INT-CL (IPC): H02P003/24

US-CL-CURRENT: 318/362

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To reduce heating value by applying a DC voltage, lowering with time, on the winding of an AC motor isolated from an AC power supply.

**CONSTITUTION:** AC voltage of a commercial power supply is stepped down through a step-down transformer 9 and rectified through a rectifier 11. The rectified output is then passed through capacitors 17, 15 to produce a smoothed DC voltage. At the same time, the capacitor 15 is charged through a resistor 13. The charging operation sustains during brake interval as well as the rotational interval of a motor 7 but since the charging rate is limited by the resistor 13, total voltage across the capacitor 15 drops with time when a monostable multivibrator 19 is producing an output and thereby the motor 7 current decreases with time. In such a manner, rotation of the motor 7 can be controlled quickly by feeding a DC current to the winding of the motor 7. According to the invention, heating value can be reduced at the time of braking the motor 7.

**COPYRIGHT:** (C)1993,JPO&Japio

Japanese Unexamined Patent Application Publication No. 5-  
64474

[Claims]

[Claim 1] A braking system for an AC motor forcibly braking the AC motor, comprising:

first switching means for disconnecting the AC motor from an AC power supply when the AC motor is braked; and

DC voltage applying means for applying a DC voltage that reduces with time to at least one winding of the AC motor disconnected from the AC power supply.

[Claim 2] A braking system for an AC motor according to Claim 1, wherein the DC voltage that reduces with time is obtained by a discharge operation of a capacitor charged with a voltage obtained by stepping down and rectifying the voltage of the AC power supply.

[Claim 3] A braking system for an AC motor according to Claim 1 or 2, further comprising stopping means for stopping the application of the DC voltage to said at least one winding of the AC motor after a predetermined time period.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of the Invention] The present invention relates to AC motors, such as induction motors and synchronous motors, driven by an AC power supply, and more

particularly to a braking system for the AC motors.

[0002]

[Description of the Related Arts] AC motors, such as induction motors and synchronous motors, operated by a single or three phase AC power supply do not stop rotating immediately after disconnection of the power supply due to the inertia of a rotor and a load thereof. In order to improve the operation efficiency or the like, forcibly braking from the outside may be required.

[0003] Consequently, as described, for example, in Kousaku Kikai no Denki ② (Electricity for Machine Tools ②). Japan Machinist Sha, pp. 35 - 36, a mechanical procedure for braking by mechanical contact friction, an electrical procedure for braking by disconnecting stator windings from a power supply and applying DC current to the stator windings, and the like are known as conventional procedures.

[0004] Fig. 2 shows the structure of a known braking system in which the electrical procedure mentioned above is adopted. A commercial AC power supply E is applied from power supply terminals 1 and 3 to terminals a and b of a single-phase induction motor 7 via a contact A of a switch 5 at the time of rotation. A capacitor 6 is connected between the terminal b and a terminal c of the motor 7, and an out-of-phase driving voltage is applied to the terminal b. With this arrangement, a rotor of the motor 7 is rotated. In

contrast, AC voltage is rectified and smoothed by a diode 61, a resistor 63, and a capacitor 51, and is kept constant by a Zener 53. This constant voltage is used for an operation of a monostable multivibrator circuit (hereinafter, referred to as an MM) 19.

[0005] Output from a switch 37 that is interlocked with the switch 5 is input to the MM 19. In order to forcibly stop the motor 7, the switch 5 is switched to a contact B side. Thus, the switch 37, which is interlocked with the switch 5, is switched from a contact A side to a B-terminal side. As a result of this, the MM 19 outputs a pulse with a predetermined time width  $T_0$ , as shown in Fig. 4, from the point in time when the switch 37 is switched to the B-terminal side. The output from the MM 19 is supplied to the resistors 67 and 73 that are connected in series with each other, and the potential of a node between these resistors is thus increased. This potential that is connected to the gate (G) of a thyristor 71 allows conduction of the thyristor 71. Thus, a conducting path is formed by the power supply terminal 1, the terminals a and b of the motor 7, a diode 47, a resistor 65, the thyristor 71, and the power supply terminal 3 in that order. Similarly, a conducting path is formed by the power supply terminal 1, the terminals a and c of the motor 7, a diode 49, the resistor 65, the thyristor 71, and the power supply terminal

3 in that order. From the point in time when the braking of the motor is started, a motor current that is obtained by half-wave rectifying the voltage of the AC power supply by the diode 49 flows between the terminals a and c of the motor 7, as shown in Fig. 4. A motor current flowing between the terminals a and b is also obtained in a similar manner. Accordingly, when the motor 7 is braked, a magnetic field generated by the stator is changed from a rotating magnetic field due to the AC power supply to a static magnetic field due to the rectified pulsating flow, and the rotation of the motor is stopped due to a magnetic lock. The current is applied between the terminals a and c and between the terminals a and b in order to reinforce the braking force. Even if the current is applied between the terminals a and c or between the terminals a and b, a braking operation is achieved.

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention] According to the known technology described above, a motor can be quickly stopped. However, since the waveform of the motor current is a pulsating flow that is obtained by half-wave rectifying the AC power supply, the waveform exhibits a large peak value and a small effective value. Thus, there is a problem in that the static magnetic field cannot be efficiently generated. Thus, a resistor 45 is omitted so that the

pulsating flow is directly applied to the motor 7. Such a procedure, however, increases heat generation in the motor. Thus, this procedure is not suitable for applications, such as automatic vending machines and machine tools, in which quick stops are repeated. If the resistor 45 is added, there is a problem in that the quick stop performance is reduced in accordance with an increase in heat generation of the resistor.

[0007] Although full-wave rectification may be possible, there remains a problem in that, although the effective value is improved, the amount of heat generation in the motor and the braking system is large at a braking time due to direct rectification of the AC power supply.

[0008] The object of the present invention is to provide a braking system for an AC motor capable of reducing the amount of heat generation due to braking of the motor without reducing the braking performance of the motor.

[0009]

[Means for Solving the Problems] In order to achieve the above object, a braking system for an AC motor forcibly braking the AC motor according to the present invention includes first switching means for disconnecting the AC motor from an AC power supply when the AC motor is braked. The braking system for the AC motor also includes DC voltage applying means for applying a DC voltage that reduces with

time to at least one winding of the AC motor disconnected from the AC power supply.

[0010] The DC voltage that reduces with time can be obtained, for example, by a discharge operation of a capacitor charged with a voltage obtained by stepping down and rectifying the voltage of the AC power supply.

[0011] Stopping means for stopping the application of the DC voltage to the at least one winding of the AC motor after a predetermined time period may be further provided.

[0012]

[Operation] In general, for braking a motor, a lot of energy is necessary in the initial stage of braking, and then the necessary energy is gradually decreased. The present inventors have focused attention on this point and have come up with an idea for braking a motor by generating a voltage that reduces with time and by applying the voltage to at least one winding of the AC motor at a braking time. Thus, heat generation when the motor is braked can be reduced to the minimum without loss of the braking performance. Here, since not a half-wave rectified voltage but a DC voltage is used for braking, a peak value does not have to be as high as that of an AC power supply voltage. It is preferable that the DC voltage be obtained by stepping down and rectifying the AC power supply voltage in view of power consumption. By charging a capacitor with the stepped

down and rectified DC voltage and by discharging this electric charge to the motor winding at the braking time, the motor winding can be driven with the voltage that reduces with time.

[0013]

[Embodiments] Embodiments of the present invention will now be described with reference to the drawings.

[0014] Fig. 1 shows an example of the structure of a braking system according to an embodiment of the present invention. In the drawing, the same components as in Fig. 2 are referred to with the same reference numerals. In this embodiment, a step-down transformer 9, a capacitor 15 for discharging at a braking time, and an NPN transistor 41 functioning as a discharge switch are provided. Since the step-down transformer 9 is provided, the Zener 53 is omitted.

[0015] In this embodiment, alternating current of a commercial power supply is not directly rectified. Instead, the alternating current is stepped down by the step-down transformer 9 and then is rectified by a rectifier 11. The rectified output is converted to a DC voltage with less pulsating flow by a capacitor 17 and the capacitor 15. At the same time, the rectified output is charged in the capacitor 15 via a resistor 13. This operation is continued at the braking period as well as a rotation period of the motor. The monostable multivibrator (MM) 19 functions as in



the one shown in Fig. 2, and an example of the MM 19 is shown in Fig. 1. More specifically, the MM 19 includes an IC 25 (for example, NE555) for the MM, resistors 21, 23, 27, and 29, and capacitors 31, 33, and 35. The resistors 27 and 29 and the capacitor 35 determine the time width of an output pulse in accordance with the time constant thereof. The resistor 23 and the capacitor 35 constitute a differentiation circuit and provide a negative pulse to a trigger input (a second terminal) of the IC 25 when the switch 37 is switched to the contact B side. The output pulse from the MM 19 is output from a third terminal and applied to the base of the transistor 41 via the resistor 39. A bias resistor 43 is connected between the base and emitter of the transistor 41, and the emitter is connected to the output terminal of the rectifier 11 at the negative side. The collector is connected to the cathode of each of the diodes 47 and 49 through the resistor 45.

[0016] While the switch 5 is at the contact A side, the motor 7 continues the rotation operation. During this period, a predetermined electric charge is stored in the capacitor 15.

[0017] In order to brake (including stop) the motor 7, the switch 5 is switched to the B-terminal side, as in Fig. 2. Thus, the switch 37, which is interlocked with the switch 5, is switched from the A-terminal side to the B-terminal side.

As a result of this, a negative pulse is input to the second terminal of the IC 25. Thus, the IC 25 outputs a positive pulse with a time width determined from the time constant of the resistors 27 and 29 and the capacitor 31. The time width of the pulse can be changed in accordance with the type of motor, the size of the inertial load, or the like by adjusting the variable resistor 27.

[0018] During the output of the pulse from the IC 25, the transistor 41 is on, and a conducting path is formed by the capacitor 15 at the positive side, the terminals a and b of the motor 7, the diode 47, the resistor 45, and the transistor 41 in that order. Similarly, a conducting path is formed by the capacitor 15 at the positive side, the terminals a and c of the motor 7, the diode 49, the resistor 45, and the transistor 41 in that order. Closing these paths causes the electric charge stored in the capacitor 15 to be discharged. Although the capacitor 15 is continued to be charged during this period, since the charging rate is limited by the resistor 13, the voltage  $V_c$  across the capacitor 15, as a whole, is reduced with time during the output from the MM, as shown in Fig. 3. In accordance with this, the motor current is reduced with time.

[0019] Accordingly, applying a DC current to at least one winding of the motor 7 allows the rotation of the motor 7 to be rapidly braked. Since the motor current does not exhibit

a half-wave rectified waveform during the braking period, the braking efficiency is improved. Unlike a voltage obtained by rectifying an AC power supply in the known example, a stepped down voltage is used as a voltage for applying a DC current to the winding of the motor. Thus, a reduction in the power consumption (in other words, a reduction in the amount of heat generation) can be achieved. Since the force necessary for braking the motor is gradually reduced from the starting time of braking, the DC current applied to the motor 7 does not have to be constant. Thus, by utilizing discharge of a capacitor, the motor current is reduced with time. It is sufficient for the initial value of the motor current to be around the rated value of the motor. Thus, according to the present invention, hardly any unnecessary heat generation occurs.

[0020] Next, the structure of a braking system for an AC motor according to another embodiment of the present invention is shown in Fig. 5.

[0021] Although, in this embodiment, the motor is braked in accordance with the same principle as in the embodiment shown in Fig. 1, a circuit portion relating to generation of "a DC voltage that reduces with time" at the braking time is altered. More specifically, a capacitor 88 is provided in place of the capacitor 15, and a PNP transistor 83 and a resistor 85 are provided as means for charging the capacitor

88. Also, a resistor 89 and an NPN transistor 87 are provided as means for discharging the capacitor 88. Moreover, a resistor 81 is provided for stabilizing the base bias of the transistor 83. A pulse that is output from the IC 25 is applied to the base of the transistor 83 via the resistor 82 as well as applied to the base of the transistor 41 via the resistor 39.

[0022] When the motor rotates in a normal manner, output from the IC 25 at a low level allows conduction of the transistor 83, and a voltage  $V_c$  is charged in the capacitor 88 via the transistor 83. When the switches 5 and 37 are switched for braking, output from the IC 25 at a high level causes the transistor 83 to be turned off. Thus, the electric charge in the capacitor 88 is discharged mainly to the resistor 89 (and the transistor 87). In accordance with this, the voltage of the capacitor 88 is reduced with time, as in the capacitor 15 in the embodiment shown in Fig. 1. This potential appears, almost as it is, as a potential of the emitter terminal of the transistor 87. Accordingly, a current flowing into the winding of the motor 7 is a DC current that reduces with time. In this embodiment, the motor current itself is not supplied from the capacitor 88 but supplied from the capacitor 17. Thus, a capacitance smaller than that of the capacitor 35 in the embodiment shown in Fig. 1 is sufficient for the capacitance of the

capacitor 88. Since the capacitance of the capacitor 88 is small, the capacitance 88 can be rapidly charged. Thus, this embodiment is suitable for an application in which a braking operation is repeated with a short time interval.

[0023] Although only preferred embodiments of the present invention have been described, various changes and modifications can be made to the invention without departing from the spirit and the scope thereof. For example, although a single-phase motor is described in the above embodiments, the present invention is also applicable to a three-phase motor. If there is an enough capacity for braking, a DC current for braking is not necessarily applied to all the windings of the motor. Although the switches 5 and 37 are illustrated as mechanical switches, they are not limited to mechanical switches. They may be switches that are electronically or electromagnetically driven.

[0024]

[Advantages] A braking system for an AC motor according to the present invention is capable of reducing heat generation due to braking of the motor without reducing the braking performance of the motor. Furthermore, braking of the motor with high durability for repeated quick stops is achieved.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is a circuit block diagram showing the structure of an embodiment of the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is a circuit block diagram of a known braking system.

[Fig. 3] Fig. 3 is a waveform diagram for explaining an operation of the embodiment shown in Fig. 1.

[Fig. 4] Fig. 4 is a waveform diagram for explaining an operation of the braking system shown in Fig. 2.

[Fig. 5] Fig. 5 is a circuit block diagram showing the structure of another embodiment of the present invention.

[Reference Numerals]

5 and 37: switches, 7: induction motor, 9: step-down transformer, 11: rectifier, 15, 17, and 88: capacitors, 19: monostable multivibrator (MM), 25: IC for MM, 41, 83, and 87: transistors, 47 and 49: diodes

[FIG. 1]

FIG. 1

[FIG. 2]

FIG. 2

MONOSTABLE MULTI

[FIG. 3]

FIG. 3

31: ROTATION

32: BRAKING

33: MOTOR CURRENT

34: OUTPUT FROM MM

[FIG. 4]

FIG. 4

41: ROTATION

42: BRAKING

43: MOTOR CURRENT

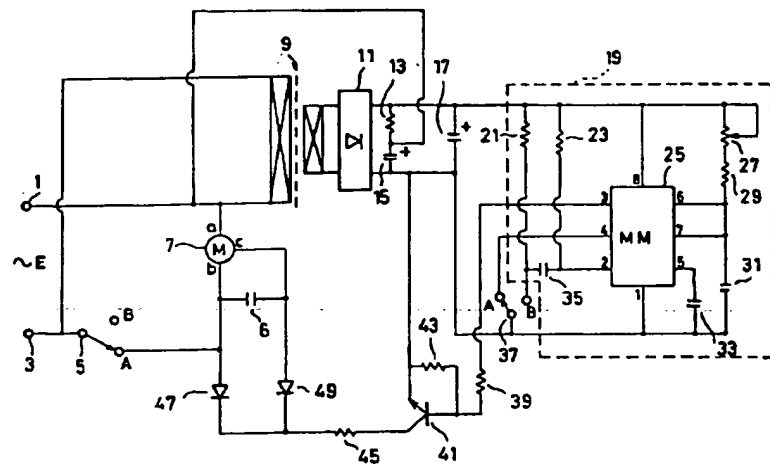
44: OUTPUT FROM MM

[FIG. 5]

FIG. 5

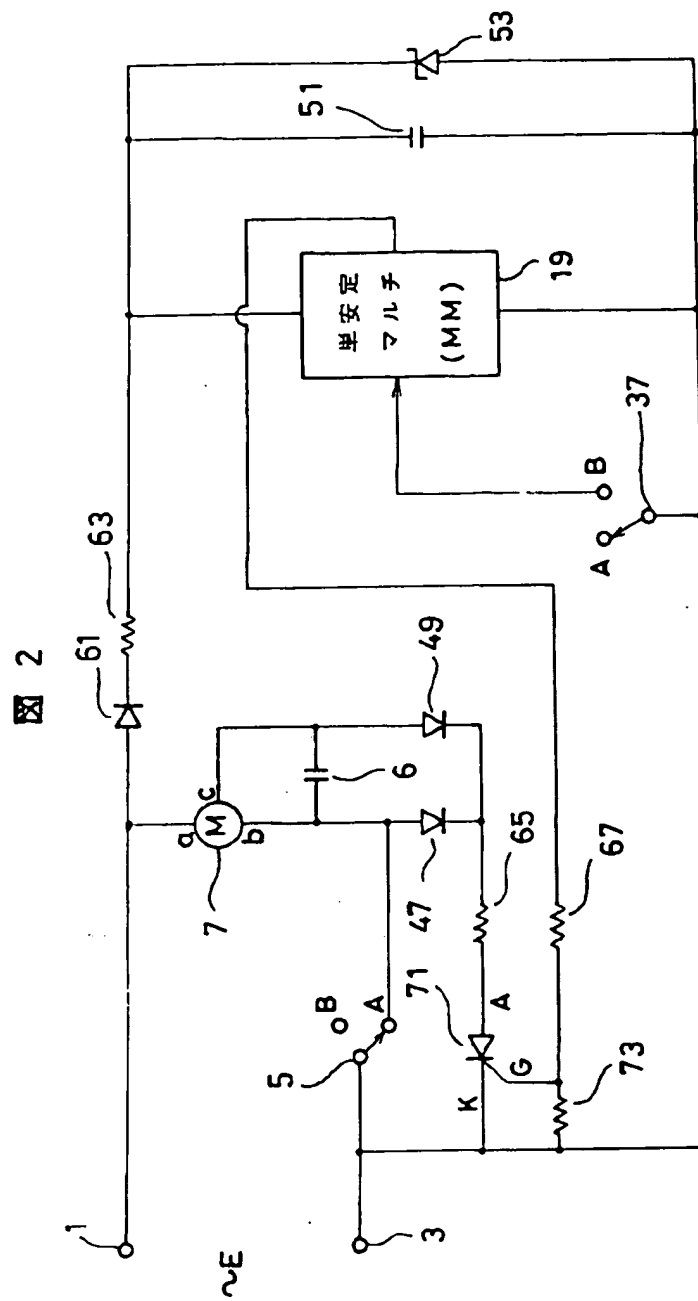
【図1】

図 1



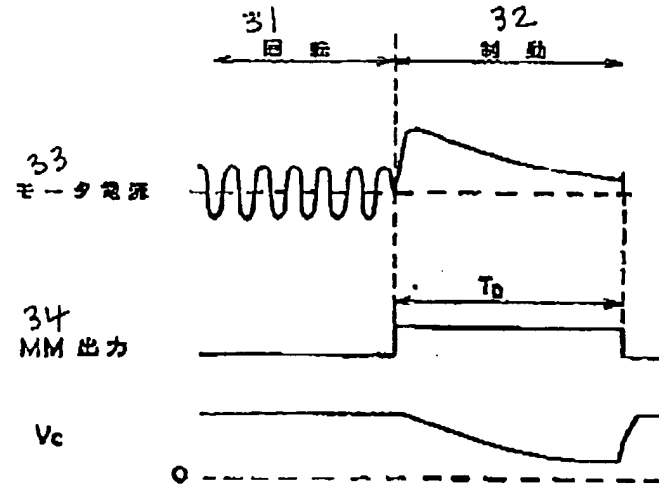


【図2】



【図3】

図 3



【図4】

図 4

